

Научная статья
УДК 614.841
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.30.3.007

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ НА ДИНАМИКУ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Георгий Николаевич Лахвицкий

Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-6762-9848>

Автор ответственный за переписку: Лахвицкий Георгий Николаевич, egor70288@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены возможность и особенности применения методов корреляционного и регрессионного анализа при оценке степени влияния профилактической работы на динамику пожаров на территории субъекта Российской Федерации (на примере Нижегородской области), а также группах однотипных муниципальных образований. Результаты исследования свидетельствуют о том, что полученные уравнения регрессии применимы для прогнозирования обстановки с пожарами. Полученные данные могут использоваться при принятии управленческих решений по распределению основных задач в подразделениях пожарной охраны.

Ключевые слова: профилактика пожаров, пожары, надзорная деятельность, регрессионный анализ, управление, эффективность

Для цитирования: Лахвицкий Г.Н. Анализ влияния профилактической работы на динамику пожаров на основе статистических данных // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 3 (30). С. 65-72. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.30.3.007>.

Original article

ANALYSIS OF THE IMPACT OF PREVENTIVE WORK ON THE DYNAMICS OF FIRES BASED ON STATISTICAL DATA

Georgy N. Lakhvitsky

SFA of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia,

<https://orcid.org/0000-0001-6762-9848>

Corresponding author: Georgy N. Lakhvitsky, egor70288@mail.ru

Abstract. The possibility and features of using methods of correlation and regression analysis in assessing the degree of influence of preventive work on the dynamics of fires in the territory of the subject of the Russian Federation, as well as groups of similar municipalities are considered. The results of the study indicate that the obtained regression equation is applicable for predicting the situation with fires. The data obtained can be used in making managerial decisions on the distribution of the main tasks in the fire protection units.

Keywords: fire prevention, fires, supervisory activities, regression analysis, management, efficiency

For citation: Lakhvitsky G.N. Analysis of the impact of preventive work on the dynamics of fires based on statistical data // Siberian Fire and Rescue Bulletin.2023;3(30):65-72. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2023.30.3.007>.

Реформа контрольно-надзорной деятельности продолжается в течение последнего десятилетия. Основным направлением реформы является снижение количества контрольных (надзорных) мероприятий (далее – КНМ, проверки), при сохранении существующего уровня или повышения защищенности граждан от контролируемых рисков.

При этом, в ходе реформы возникают многочисленные проблемные вопросы, требующие научного обоснования и обсуждения. МЧС России, являясь одним из самых «активных» контрольно-надзорных органов [1], постоянно сталкивается с основной из этих проблем – недостаточностью человеческих ресурсов для выполнения всех возложенных на органы надзора функций.

Одновременно, с регулированием количества КНМ осуществляется и изменение численности инспекторского состава подразделений надзорной деятельности, как фактической, так и предельной. На начальном этапе, введение риск-ориентированного подхода позволяло уравнивать количество проверок и численность инспекторского состава. Однако, изменения, вносимые в положения о видах надзора, осуществляемых подразделениями МЧС России, в части подходов к периодичности плановых КНМ и перехода от формулировки «не чаще» к формулировке «один раз в N лет» (что с юридической точки зрения тождественно «не реже»), привели к более существенной нехватке личного состава [2]. Это, в конечном итоге, приводит к снижению качества и количества КНМ, а также ухудшению обстановки с пожарами.

Следует отметить, что снижение количества плановых проверок до 2030 года обусловлено не ответной реакцией надзорных органов на нехватку персонала, а скорее геополитической и экономической обстановкой. Так, с целью снижения административного давления на бизнес, проведение плановых проверок до 2030 года допускается только в отношении объектов чрезвычайно высокой и высокой категории рисков, что составляет менее 6% от общего количества объектов поднадзорных МЧС России [3]. Таким образом, в связи с введением своего рода моратория, из-под надзора в очередной раз выведено более 90% объектов надзора.

Вышеуказанные факторы вынуждают осуществлять поиск научно обоснованных управленческих решений, позволяющих повысить уровень защищенности граждан от пожаров.

Программа реформирования федерального государственного пожарного надзора [4], в качестве одной из основных задач, предусматривает приоритет профилактических мероприятий над надзорными. Анализ научных исследований, посвященных проблемам профилактики пожаров [5-9], показывает, что в основном они отражают вопросы периодизации профилактической работы, ее сезонных особенностей, классификации групп целевой аудитории, методов и способов донесения информации. В работе [10] дано определение эффективности профилактического мероприятия, а также сформулировано понятие «относительной эффективности профилактического мероприятия».

Так, под эффективностью профилактического мероприятия предложено понимать отношение достигнутого результата (снижение числа пожаров, гибели и травмирования людей, ущерба и пр.) к затратам времени и (или) объему выполненных профилактических мероприятий при определенных условиях.

Относительная эффективность профилактического мероприятия определяется на основании статистических показателей обстановки с пожарами на определенной территории в сравнении:

- 1) с показателями предыдущего 3-5 летнего периода (временная оценка);
- 2) со средними по России или региону показателями (пространственная оценка);
- 3) с заранее определенными, заданными, установленными показателями (проблемно-ориентированная, целевая оценка).

Предложенные критерии позволяют оценить эффективность деятельности субъектов профилактической работы, провести их ранжирование, наметить основные направления работы, но не дают возможности прогнозировать обстановку с пожарами, а также принимать обоснованные управленческие решения по регулированию количества профилактической работы.

Реализация данных направлений возможна при использовании методов корреляционного и регрессионного анализа. Ниже представлены основные результаты исследования, проведенного на примере муниципальных образований Нижегородской области.

На первом этапе исследования [11], муниципальные образования Нижегородской области классифицированы по составу населения (городское / сельское), а также геоэкономическим характеристикам, независимо от фактического наименования:

- городские – городское население составляет не менее 65%, административный центр является инфраструктурно-развитой территорией, имеющей большое количество производственных предприятий;
- смешанные – городское население составляет от 50% до 80%, административный центр является инфраструктурно-развитой территорией;
- сельские – городское население составляет не более 50%.

Подобная классификация основана на дисперсионном анализе показателей интегральных пожарных рисков ($R_{1,2,3}$) [12] муниципальных образований Нижегородской области. При этом, в ходе рассмотрения взаимосвязи профилактической работы и количества пожаров, в связи с высокой степенью дисперсии, группа «городские» разделена на две подгруппы: городские районы и города области. Далее, проведен корреляционный анализ взаимосвязи динамики (за период с 2016 по 2021 годы) интегральных пожарных рисков, численности населения и количества профилактической работы, для каждой группы муниципальных образований. Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 1.

Табл. 1 Корреляционная матрица (корреляция Пирсона) взаимосвязи количества профилактической работы, интегральных пожарных рисков, численности населения и абсолютных показателей обстановки с пожарами

	Население	Пожары	Гибель	R_1	R_2	R_3
Для группы: Город						
подгруппа: городские районы						
P_n	-0,498	-0,529	-0,248	-0,213	0,109	0,028
подгруппа: города области						
P_n	-0,689	-0,488	-0,471	0,238	0,027	0,255
Для группы: Смешанные						
P_n	-0,545	-0,511	-0,389	-0,120	-0,055	-0,077
Для группы: Сельские						
P_n	-0,252	-0,222	0,055	-0,040	0,049	0,102

Под количеством профилактической работы понимается относительный показатель (P_n) – вероятность человека, проживающего на определенной территории в течение определенного года, стать объектом профилактической работы. Данный показатель определяется отношением количества проинструктированных за единицу времени граждан к общему числу жителей, проживающих в муниципальном образовании.

$$P_n^{год} = \frac{N_{инстр}^{год}}{N_n^{год}}, \text{ где (1.1.)}$$

$N_{инстр}^{год}$ – количество людей ставших объектами пожарно-профилактической работы в текущем году; $N_n^{год}$ – количество населения, проживающего на территории муниципального образования в текущем году.

Анализ корреляционной матрицы, представленной в Табл.1 показывает, что наибольшая взаимосвязь наблюдается между количеством профилактической работы (P_n) и абсолютным количеством пожаров, и по качественной шкале Чеддока находится на «заметном» уровне, а для группы «Сельские» на «слабом».

Низкий уровень корреляции, при самом высоком уровне P_n (среднее значение для сельских населенных пунктов составляет 0,69, при средне областном значении – 0,32) может быть обусловлен особенностями организации профилактической работы. Так, в сельских населенных пунктах преобладает частный жилой фонд и наиболее частым видом профилактического мероприятия является сход с населением, либо инструктирование через старост.

Сход – это массовое мероприятие, предусматривающее минимальное количество индивидуального (личного) контакта инструктора с гражданином. Обычно, сход проводится по насущным проблемам населенного пункта, и профилактике пожаров время уделяется по остаточному принципу. В связи с этим, эффективность профилактической работы оказывается на низком уровне.

В городских населенных пунктах, с преобладающей застройкой многоквартирными жилыми домами, осуществляется поквартирный обход населения, индивидуальное, либо небольшими группами, инструктирование. Кроме того, осуществляется адресная работа с населением, которые находятся в группах риска. Таким образом, при среднем показателе $P_n=0,1$, наблюдается наибольший (в исследуемой группе) уровень взаимосвязи.

Стоит отметить, что для всех типов муниципальных образований взаимосвязь между количеством пожаров и профилактической работы имеет обратную корреляционную зависимость, т.е. с увеличением количества проинструктированных снижается число пожаров.

Таким образом, для правильного регулирования объема профилактической работы, который позволит оказать влияние на динамику пожаров в определенном муниципальном образовании, необходимо построить регрессионную модель.

Задача решена с использованием пакета анализа данных MS Excel. Результаты регрессионного анализа для группы: Город, подгруппа городские районы представлены в Табл.2.

**Табл. 2 Результаты регрессионного анализа
(для группы: Город, подгруппа городские районы)**

<i>Регрессионная статистика</i>		
Множественный R	0,529065	
R-квадрат	0,27991	
Нормированный R-квадрат	0,264256	
Стандартная ошибка	39,56729	
Наблюдения	48	
	Регрессия	Остаток
<i>df</i>	1	46
<i>SS</i>	27993,78	72016,22
<i>MS</i>	27993,78	1565,57
<i>F</i>	17,88088	
<i>Значимость F</i>	0,000111	

	Y-пересечение	Переменная X 1
<i>Коэффициенты</i>	162,2659	-2172,38
<i>Стандартная ошибка</i>	15,79374	513,7367
<i>t-статистика</i>	10,27407	-4,22858
<i>P-Значение</i>	1,71E-13	0,000111
<i>Нижние 95%</i>	130,4748	-3206,47
<i>Верхние 95%</i>	194,057	-1138,28
<i>Нижние 95,0%</i>	130,4748	-3206,47
<i>Верхние 95,0%</i>	194,057	-1138,28

В соответствии с данными Табл.2, уравнение регрессии будет иметь следующий вид:

$$Y = 162,2659 + (-2172,38) \cdot X_1 \quad (1.2)$$

Уравнение (1.2) выражает зависимость количества пожаров (Y) от величины Р_и (X₁).

Коэффициент 162,2659 показывает, каким будет Y (количество пожаров в данном типе муниципального образования), если величина Р_и в рассматриваемой модели будет равна 0. Коэффициент (-2172,38) позволяет рассчитать конкретное количество пожаров в зависимости от величины Р_и.

Регрессионный анализ проведен для каждой группы и подгруппы муниципальных образований.

Полученные уравнения регрессии представлены в Табл.3.

Табл. 3 Сводная таблица уравнений регрессии для различных типов муниципальных образований

Наименование муниципального образования	Уравнение регрессии	
Городские районы	$Y = 162,2659 + (-2172,38) \cdot X_1$	(1.2)
Города области	$Y = 235,22 + (-436,82) \cdot X_1$	(1.3)
Смешанные	$Y = 97,555 + (-117,14) \cdot X_1$	(1.4)
Сельские	$Y = 66,737 + (-24,725) \cdot X_1$	(1.5)

Значимость уравнений регрессии, определялась путем сопоставления табличного значения критерия Стьюдента и расчетной t-статистики. Во всех случаях табличное значение критерия Стьюдента, соответствующее доверительной вероятности $\gamma = 0,95$ и числу степеней свободы, менее рассчитанного значения t-статистики. Следовательно, коэффициенты уравнений регрессии являются значимыми. P-Значение для всех уравнений, кроме уравнения для «Сельских» муниципальных образований, не превышает уровень допустимой ошибки (0,05), следовательно, гипотеза о нулевом коэффициенте регрессии отвергается, а все значения переменных являются статистически значимыми.

Аналогичные выводы о статистической значимости уравнения регрессии можно сделать при анализе значения критерия Фишера.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что расхождение между вычисленными средними значимо и существенно, а так же носит не случайный характер. Уравнения регрессии адекватны и применимы для прогнозирования обстановки во всех типах муниципальных образований, за исключением «Сельских».

Вывод

Проведенное исследование подтверждает, наличие зависимости между проводимой пожарно-профилактической работой и обстановкой с пожарами.

Наличие статистических взаимосвязей и полученные уравнения регрессии позволяют прогнозировать динамику пожаров во всех типах муниципальных образований, за исключением типа «Сельские».

Вместе с тем, необходимо учитывать, что примененная методика, основана на общегодовой статистике и не пригодна для регулирования оперативной обстановки в краткосрочном периоде. Сбор данных о профилактической работе значительно затруднен из-за отсутствия единого подхода к учету профилактических мероприятий и множества субъектов профилактической работы. Данная проблема может быть решена путем разработки удобного программного продукта, позволяющего в режиме реального времени получать развернутые статистические данные о количестве профилактических мероприятий [13].

Также, для краткосрочного прогнозирования, необходимо разработать методику определения коэффициентов, учитывающего долю пожаров и гибели на них людей в каждом месяце.

В целом, представленные в работе результаты показывают, что методы дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа применимы для выработки управленческих решений, направленных на регулирование обстановки с пожарами и опосредованно на распределение нагрузки между подразделениями.

Список источников

1. Сатин, А. П. Применение методов математического моделирования в надзорной деятельности / А. П. Сатин, С. В. Репин, Г. Н. Лахвицкий // Математика и ее приложение в науке и образовании: Материалы Межвузовского научного семинара, Санкт-Петербург, 26 мая 2023 года / Сост. Е.Н. Трофимец, Я.Ю. Дурягин. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2023. – С. 249-254. – EDN NUQNPZ

2. Анализ факторов, влияющих на численность инспекторского состава подразделений надзорной деятельности МЧС России / С. В. Репин, Г. Н. Лахвицкий, М. Д. Павликова, К.Г. Бурлаченко // Прикладная математика и вопросы управления. – 2022. – № 4. – С. 140-158. – DOI 10.15593/2499-9873/2022.4.08. – EDN OOWZTS.

3. Государственный надзор МЧС России в 2021 г.: информ. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 263 с.

4. Приоритетный проект «Совершенствование функции государственного надзора МЧС России», в рамках реализации приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» (утв. протоколом заседания проектного комитета от 13.02.2018 N 1). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/2778>

5. Жилин, О. И. Системный подход к противопожарной пропаганде и обучению мерам пожарной безопасности - важная составляющая деятельности по профилактике пожаров / О. И. Жилин // Пожаровзрывобезопасность. – 2009. – Т. 18, № 8. – С. 33-37. – EDN KWXHVV.

6. Головин, Н. Л. Воспитание культуры безопасности жизнедеятельности в области образования, социальной рекламы и профилактики пожаров / Н. Л. Головин // Педагогический журнал. – 2020. – Т. 10, № 6-1. – С. 38-49. – DOI 10.34670/AR.2020.64.64.005. – EDN ZCXUMM.

7. Макарова, Т. П. Подход к использованию социологических исследований при совершенствовании профилактической деятельности в области пожарной безопасности / Т. П. Макарова, А. Н. Батуро, П. В. Ширинкин // Техносферная безопасность. – 2020. – № 3(28). – С. 150-157. – EDN MEASMG.

8. Роль профилактических мероприятий, направленных на предупреждение гибели и травмирования людей на пожарах / Н. Н. Фролов, А. В. Бобин, А. А. Лазовский [и др.] // Проблемы науки. – 2022. – № 6(74). – С. 17-21. – EDN EEUWF.

9. Ашмарин, В. В. Профилактические и организационные меры по предупреждению пожаров на производстве и в быту / В. В. Ашмарин, З. С. Филиппов, О. А. Филиппова // Процессы техносферы: региональный аспект: Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 25–26 марта 2022 года. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2022. – С. 27-35. – EDN MOCGBL.

10. О возможном подходе к оценке эффективности и востребованности профилактических мероприятий в области пожарной безопасности / Ю. А. Андреев, М. В. Елфимова, А. А. Мельник [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. – 2018. – № 2(27). – С. 56-61. – EDN XWXQBN.

11. Оценка интегральных пожарных рисков в муниципальных образованиях Нижегородской области / А. П. Сатин, Г. Н. Лахвицкий, С. В. Репин, С. А. Воронин // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 2(47). – С. 38-45. – EDN HRMZIE.

12. Брушлинский, Н. Н. О статистике пожаров и о пожарных рисках / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20, № 4. – С. 40-48. – EDN OFXCJB.

13. Лахвицкий, Г. Н. Использование информационных технологий для учета профилактической работы / Г. Н. Лахвицкий, А. П. Сатин, С. В. Репин // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 мая 2023 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2023. – С. 335-336. – EDN YEFOOB.

References

1. Satin, A. P. Application of mathematical modeling methods in supervisory activities / A.P. Satin, S. V. Repin, G. N. Lakhvitsky // Mathematics and its application in science and education : Materials of the Interuniversity scientific Seminar, St. Petersburg, May 26, 2023 / Comp. E.N. Trofimets, Ya.Yu. Duryagin. – Saint Petersburg: Saint Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters named after the Hero of the Russian Federation, Army General E.N. Zinichev, 2023. – P. 249-254. – EDN NUQNPZ

2. Analysis of factors affecting the number of inspectors of the supervisory activity units of the Ministry of Emergency Situations of Russia / S. V. Repin, G. N. Lakhvitsky, M. D. Pavlikova, K.G. Burlachenko // Applied mathematics and management issues. – 2022. – No. 4. – pp. 140-158. – DOI 10.15593/2499-9873/2022.4.08. – EDN OOZWTS.

3. State supervision of the EMERCOM of Russia in 2021: inform. sb. Balashikha: FSBI VNIPO EMERCOM of Russia, 2022. 263 p.

4. Priority project "Improvement of the state supervision function of the Ministry of Emergency Situations of Russia", as part of the implementation of the priority program "Reform of control and supervisory activities" (approved by the minutes of the meeting of the project committee dated 13.02.2018 N 1). [electronic resource]. – Access mode: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/2778>

5. Zhilin, O. I. A systematic approach to fire prevention propaganda and training in fire safety measures is the most important component of fire prevention activities / O. I. Zhilin // Fire and explosion safety. - 2009. – Vol. 18, No. 8. – PP. 33-37. – EDN KWXHVV.

6. Golovin, N. L. Education of a culture of life safety in the field of education, social advertising and fire prevention / N. L. Golovin // Pedagogical Journal. – 2020. – Vol. 10, No. 6-1. – pp. 38-49. – DOI 10.34670/AR.2020.64.64.005. – EDN ZCXYMM.

7. Makarova, T. P. An approach to the use of sociological research in improving preventive activities in the field of fire safety / T. P. Makarova, A. N. Batur, P. V. Shirinkin // Technosphere safety. – 2020. – № 3(28). – Pp. 150-157. – EDN MEASMG.

8. The role of preventive measures aimed at preventing the death and injury of people in fires / N. N. Frolov, A.V. Bobin, A. A. Lazovsky [et al.] // Problems of Science. – 2022. – № 6(74). – Pp. 17-21. – EDN EEEYWF.

9. Ashmarin, V. V. Preventive and organizational measures to prevent fires at work and at home / V. V. Ashmarin, Z. S. Filippov, O. A. Filippova // Technosphere processes: regional aspect: Collection of materials of the V All-Russian Scientific and Practical Conference, Cheboksary, March 25-26, 2022. Cheboksary: I.N. Ulyanov Chuvash State University, 2022. – pp. 27-35. – EDN MOCGBL.

10. On a possible approach to assessing the effectiveness and relevance of preventive measures in the field of fire safety / Yu. A. Andreev, M. V. Elfimova, A. A. Melnik [et al.] // Modern problems of civil protection. – 2018. – № 2(27). – Pp. 56-61. – EDN XWXQBN.

11. Assessment of integral fire risks in municipalities of the Nizhny Novgorod region / A.P. Satin, G. N. Lakhvitsky, S. V. Repin, S. A. Voronin // Modern problems of civil protection. – 2023. – № 2(47). – Pp. 38-45. – EDN HRMZIE.

12. Brushlinsky, N. N. On fire statistics and fire risks / N. N. Brushlinsky, S. V. Sokolov // Fire and explosion safety. - 2011. – Vol. 20, No. 4. – pp. 40-48. – EDN OFXCJB.

13. Lakhvitsky, G. N. The use of information technologies to account for preventive work / G.N. Lakhvitsky, A. P. Satin, S. V. Repin // Young scientists in solving urgent security problems: A collection of materials of the XII All-Russian Scientific and Practical Conference, Zheleznogorsk, May 26, 2023. - Zheleznogorsk: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Siberian Fire and Rescue Academy" of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Natural Disasters", 2023. - pp. 335-336. – EDN YEFOOB.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакция 06.09.2023; одобрена после рецензирования 27.09.2023; принята к публикации 27.09.2023.

The article was submitted 06.09.2023, approved after reviewing 27.09.2023, accepted for publication 27.09.2023.